

⑩ 日本国特許庁 (JP)  
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭59—220705

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 02 B 5/174  
27/10  
G 02 F 1/33

識別記号

庁内整理番号  
8106—2H  
8106—2H  
7348—2H

⑬ 公開 昭和59年(1984)12月12日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 10 頁)

⑭ 回折格子を用いる光誘導構造体

ドウ・ラ・トンブ・イソワール  
19

⑮ 特 願 昭59—100356

⑯ 出 願 人 アルフレド・イーヤン

⑰ 出 願 昭59(1984)5月18日

フランス国75014パリ・リュ・

優先権主張 ⑱ 1983年5月19日 ⑲ フランス  
(FR) ⑳ 83 08298

ドウ・ラ・トンブ・イソワール  
19

㉑ 発 明 者 アルフレド・イーヤン

㉒ 代 理 人 弁理士 川口義雄 外1名

フランス国75014パリ・リュ・

明 細 書

1. 発明の名称

回折格子を用いる光誘導構造体

2. 特許請求の範囲

- (1) 或る一定の方向をもつ入射用モノモード導波管と、この入射用導波管の方向に対して傾斜した方向をもつ2つの射出用モノモード導波管と、これら入射用導波管及び射出用導波管相互間の末広形接合部とからなる光誘導構造体であつて、更に前記入射用導波管と接合部との間に配置された回折格子を含み、この格子がゼロとは異なる次数の、即ち夫々+1次及び-1次である2つの回折方向のみを規定するような間隔を有し、この間隔がこれら2つの回折方向を前記の2つの第1射出用導波管の方向と合致せしめるべく選択されることを特徴とする構造体。
- (2) 2つの第1射出用導波管の間に位置し且つ入射用導波管と同一の方向をもつモノモードの

第3射出用導波管をも有することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

(3) 前記回折格子が異なる電位に設定された2つの電極に包囲されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

(4) 前記回折格子が屈折率格子であることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

(5) 前記回折格子が誘導層の厚みに波形成を与えることによつて形成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

3. 発明の詳細な説明

本発明は積分光学 (optique intégrée) で使用される光誘導構造体 (structure de guidage optique) に係る。

本発明の構造体は第1図に示されている「Yジャンクション」と称するデバイスに類似している。このデバイスは  $D_e$  方向の入射光波導波管10とこれに続く  $D_{s1}$  及び  $D_{s2}$  方向の2つの射出用導波管

1 1 及び 1 2 とを含み、これら射出用導波管は前記入射用導波管の方向 De に対し  $\theta + \alpha$  及び  $-\alpha$  傾斜している。この構造体は更にこれら入射用導波管及び射出用導波管間の接合部を構成する末広形のゾーン 1 3 をも有し、入射用導波管を介してこの接合部に到達した光線束はそこで 2 つの光線束に分割されて前記の 2 つの射出用導波管沿いに伝搬される。

このような構造体で生じる諸現象をより詳細に説明すべく、ここで方向 De と直交する 2 つの平面 A 及び B を設定する。これらの平面は A の左方に入射用導波管の領域たるゾーン I を規定し、A 及び B 間に所謂接合部の領域たるゾーン II を規定し、且つ B の右方に射出用導波管の領域たるゾーン III を規定する。また、2 つの射出用導波管が互に合流する合流点乃至分岐点は符号 O で示す。

このようなジャンクションは横分光学で様々な用途に使用され、特にマツハ・ツェンダー変調器

の形成に利用される。

この種のデバイスの特性は例えば 1978 年 1 月発行の「IEEE Proceedings on Microwaves Optics and Acoustics (マイクロ波光学及び音響学に関する IEEE 会報)」誌 2, 1, p. 7~12 に発表された ANDERSON I. の論文「Transmission performance of Y-junctions in planar dielectric waveguides (プレーナ形誘電性導波管における Y ジャンクションの伝搬性能)」並びに 1982 年 6 月発行の「Applied Optics (応用光学)」誌 21, 11, p. 1972~1978 に発表された BAETS R. 及び LAGASSE P.E. の論文「Calculation of Radiation Loss in Integrated Optics Tapers and Y-junctions (横分光学テーパ及び Y ジャンクションにおける輻射損失の計算)」に記載されている。

この種のデバイスには下記の 3 つの問題があるが、これから説明する本発明の利点を十分把握す

るためには先ずこれらの問題を理解しておく必要がある。

- a) 接合部領域 (ゾーン II) でのモード変換、
- b) 分岐点アングル (ゾーン O) での輻射線の出現、
- c) 2 つの射出用導波管の相互結合 (ゾーン III)。

先ずモード変換なる現象を説明する。入射用導波管 1 0 及び射出用導波管 1 1, 1 2 はモノモードで機能すべく構成されている。即ち使用する作用波長に対し、これら導波管の幅と厚みとが基本的伝搬モードのみを確立せしめ得るよう決定されている。導波管の幅の公差は所定の厚みに対し極めて小さく、この幅の値が大き過ぎると高次のモードが伝搬され得ることになる。平面 A 及び B 間で幅が連続的に増大している末広形接合部 1 3 に該当する該デバイスのゾーン II に生じるのはまさにこの現象である。従つてこのゾーンでは最も低次のモードを維持する条件が妨害され、そのた

め高次のモードが出現し得る。この現象には更に別の現象が結合しその結果該モード変換が拡大される。この別の現象とは平面 A における光の回折である。即ち導波管はこの平面上に不連続点を有し、そのためゾーン I 内を De 方向に進む伝搬ベクトルに平面 A 部分で角度のバラつきが生じることになり、従つて平面 A を越えるところの伝搬ベクトルが該断面全体に亘つて De 方向に進む代りに少し斜めに進むことになる。

これら 2 つの現象が結合すると該構造体のモノモード特性は破壊され、モード変換が生じる。射出用導波管 1 1 及び 1 2 は構造上モノモードであるため平面 B 上でこれら導波管に到達するマルチモード波の波面とこれら 2 つの導波管を伝搬するのに適したモノモード波の波面との間には不適合性が存在することになる。入射光エネルギーは従つて一部が平面 B 部分で分散される。

この種のジャンクションで見られる第 2 の問題

はアングル0における反射線の発生である。ゾーンⅡを平面Aから平面B方向へ進む波のはほぼ球状の波面は分岐点0にぶつかり、その結果該分岐点にこれを中心とする回折波が形成される。この回折波はデバイス全体に伝搬され入射用導波管方向へも広がる。この回折波はほんの一部のみが射出用導波管内を伝搬するための条件を満たすにすぎず、残りは全て分散し消滅する。

最後の問題はゾーンⅢ内の射出用導波管が互に接近していることにある。この接近性はこれら導波管を互に結合させる効果を有するため、(この効果を利用する方向性結合器の如く)エネルギーが一方の導波管から他方へと移送される。平面Bから遠去かるとこの移送は概ね同周期性を有する。この効果は角度の関数(2α)の値が小さければ小さい程顕著になる。しかるに、Yジャンクションでは、入射用導波管から射出用導波管へのエネルギー移送を十分に行うためには前記角度を小さく

しなければならず(角度より小さい値)、従つてこの結合効果が増大する。

本発明の目的はこれらの問題を全て解消することにある。この目的を達成すべく本発明では入射用導波管と接合部との間に配置される回折格子を使用する。この回折格子はゼロ以外の次数の回折方向を2つだけ規定するような間隔(pas)を有する。これら回折方向の次数は夫々+1及び-1である。この間隔はまたこれら2つの回折方向が2つの射出用導波管の方向と合致するよう選択される。

好ましい変形例ではこの構造体はモノモードの第3射出用導波管をも具備する。この導波管は前記の2つの射出用導波管の間に配設され、入射用導波管と同一の方向をもつ。該第3導波管は回折次数0に相当する。

本発明の特徴は添付図面に基づく以下の非限定的具体例の説明から明らかにされよう。

第2図に示されている如く本発明の構造体は方向Deの入射用モノモード導波管20と、方向Deに対し+θ及び-θ傾斜した方向Ds<sub>1</sub>及びDs<sub>2</sub>の2つの互に対称な射出用モノモード導波管21及び22と、前記入射用導波管の延長部に位置する、即ち方向Deと合致する方向Ds<sub>3</sub>を有する第3射出用導波管23とを備えている。入射用導波管及び射出用導波管相互の接続は末広形ゾーン25を介して行われる。該構造体は更に導波管20の先端と接合部25の入口とに当たる部分に配置された回折格子24をも有している。この格子は間隔Pを有する。

周知の如く通常は間隔pの格子を波長λの光線が通過すると波紋の方向φに程々の次数m(mは正又は負の整数)の回折光線果が出現する。材料の屈折率をnとすれば方向φは $\sin \varphi = \frac{m \lambda}{n p}$ と定議される。

本発明では次数+1及び-1のみを存在させ、

1より大きい次数は除外するような格子を使用する。この条件は量 $\frac{\lambda}{n p}$ を少なくとも0.5に等しくすることによつて得られる。実際、このような値にすれば1を超える全ての次数mについて量 $\frac{m \lambda}{n p}$ が1より大きくなる。このような数に対しては角度φの実際値は存在しない。

従つて所定の波長に対し $\frac{2 \lambda}{n}$ より小さい間隔pを選択する。例えばλ=1.55 μm 且つn=3.3の場合、間隔pはミクロンのオーダーの値をとることになる。

この場合次数+1及び-1の光線束の方向は法線に対し+φ及び-φの角度をなす。角度φは次式

$$\sin \varphi = \frac{\lambda}{n p}$$

で表わされる。

従つて方向Deと格子の間隔pとに対する方向Ds<sub>1</sub>及びDs<sub>2</sub>の角度θはφがθと等しくなるように選択される。次数0の光線束は入射光線束と同

一の方向を有する。

換言すれば、入射用導波管20内を進む光線束は回折格子24通過後3種類の光線束、即ち導波管21を通る次数+1の光線束と、導波管22を通る次数-1の光線束と、導波管23を通る次数0の光線束とを形成する。形成されるのはこれら3種類だけである。

これら射出用導波管におけるエネルギー分布に関しては、従来の如く、回折格子により次数±1で回折されたエネルギーが $J_{\pm 1}(x)$ に比例することになる。 $J_1$ は1次のベッセル関数、 $x$ は回折格子の長さ $L$ の関数たるパラメータである。屈折率格子(un réseau d'indice)の場合は屈折率が周期的に $\Delta n$ だけ変化し、パラメータ $x$ は $\frac{\pi \Delta n L}{\lambda}$ に等しい。0次に相当するエネルギーは $J_0(x)$ に比例する。 $J_0$ は0次のベッセル関数である。導波管内のエネルギーは格子の長さ $L$ に与えられる値に応じ、従つてパラメータ $x$ の値に応じ特定限界内で分布し得る。

前記波形状子(第5図)は光波導波管40の実効厚み(epaisseur effective)を周期的に変化させる効果をもつ波形状造体72からなつてゐる。周知の如く導波管の実効厚みは3つの項、即ち導波管の幾何学的厚みと、誘導される波の振幅が基板内でその値の $\frac{1}{6}$ に低下する時の深さと、誘導される波の振幅が上層内でその値の $\frac{1}{6}$ に低下する時の距離との合計に等しい。第5図の如き構造では導波管の厚みが周期的に変化しているため導波管の実効厚みも周期的に変化する。この回折格子は伝搬条件におけるこのような周期性によつて形成されるのである。

波形状子ではこの波形状効果が簡のよつた表面の近傍に位置する導波管ゾーンに限定されて導波管全体には及ばない。屈折率格子(第4図)では異なる屈折率をもつ領域が導波管全体に作用し得る。従つて波形状子の効率は一般に屈折率格子の効率より劣る。この効率の低さは格子の長さを

この問題の説明には2種の曲線 $J_0^2(x)$ 及び $J_1^2(x)$ が描かれている第3図を参照するとよい。作用点Mは次数±1における最大エネルギーに相当するが、モード0のエネルギーもゼロではない。点Nはこれら3種のモードのエネルギーが互に等しい場合に該当する。点Pでは $J_0^2(x)=0$ であり、0次のエネルギーは存在しない。この場合は回折されたエネルギーが2つの導波管21及び22のみに集中するため第3導波管23は省略し得る。但しこの第3導波管は例えば検出、フィードバック等の種々の目的に使用できるため通常は省略しない。

第4図及び第5図は屈折率格子の場合(第4図)と波形状子乃至断面回折格子の場合(第5図)における回折格子の配置構成を示している。

該屈折率格子(第4図)は周期的に交互に配置された屈折率 $n_1$ の区域と屈折率 $n_2$ の区域とで構成されている。屈折率変化は前述の如く拡散により実現し得る。

より長くすることで補償されよう。

本発明の利点は明白である。回折格子が存在するため入射光線束の波動ベクトル、即ちこの波の伝搬を規定するベクトルが射出用導波管の方向に適合した波動ベクトルに変化し、その結果エネルギー移送が最適化される。これは先行技術では得られなかつた現象である。このような理由から本発明ではD及びE部分での回折による損失が少ない。

モード変換現象に関しては以下のことが観察できる。使用される回折格子は「線(trails)」の数が少ないため波長分解能が小さい。実際前述の如く該格子の間隔はマイクロメートルのオーダーであり、一方導波管の幅は8乃至10 $\mu m$ のオーダーである。従つて該格子の線の数は約10を超えない。このような理由で分解能が小さいと前述の変換現象の結果得られるような高次のモードのエネルギーは基本モードに対し極めて小さい位相差をもつて2つの導波管21及び22の方向へ回折されるこ

となる。従つてモード変換による損失は先行技術の場合より少ない。

また、エネルギーをより良く分布せしめるべく格子の形状を変えることもできる。例えば格子の種々のゾーンには種々の異なる長さを与えてよく、例えば導波管の縁の部分では長さを短かくし、中央部では長くするなどの方法が可能である。

更に、角度の開き  $2\theta$  も大きくし得（例えば数十度）、その結果射出用導波管相互の結合現象が大幅に減少する。従つて前述の欠点は十分に回避される。

以上説明してきた構造体は電子光学的係数の高い材料（ $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{InP}$ 、 $\text{GaAs}$ 、等々）で形成し得る。この場合は光の変調を得るべく結合部近傍に電極を配置してよい。利用される現象は従来の変調器とは少し異なる。この説明には第3図及び第6図を参照し得る。第3図については既に説明した。第6図は2つの電極30、31相互間に

波管に均等に分布（点N）。

——長さ  $8\ \mu\text{m}$ 、 $\theta = 30^\circ$  の  $\text{Ti}:\text{LiNbO}_3$  製導波管で波長が  $1.55\ \mu\text{m}$  の場合、格子の間隔  $p$  は  $1.4\ \mu\text{m}$ 、長さ  $L$  は  $78\ \mu\text{m}$  に等しい。パラメータ  $x$  は  $1.9$  である。

—— $\theta = 45^\circ$ 、 $\lambda = 1.55\ \mu\text{m}$ 、 $p = 1.0\ \mu\text{m}$ 、 $L = 60\ \mu\text{m}$  の場合、パラメータ  $x$  は  $1.45$  に等しい。

前述のデバイスを製造するには例えば「Applied Physics Letters (応用物理学回報)」誌 (1981年5月)、38, 9, p. 873-874 に発表された PUN E.Y.B. 及び YI-YAN Alfredo の論文

「Fabrication of Periodic Waveguides by Ion Exchange (イオン交換による周期導波管の製造)」、

並びに「Electronics Letters (電子工学回報)」誌 (1982年8月)、18, 17, p. 740-742 に発

表された PUN E.Y.B., WONG K.K.,

ANDONOVIO I., LAYBOURN P.J.R. 及び DE LA RUE R.M. の論文「Efficient Wave Guide

挿入された屈折率格子24を示している。第1電極は接地されており、第2電極は取る可調整電圧  $V$  に設定されている。格子を構成する電子光学的材料に電界が与えられると該格子の異なるゾーンの屈折率  $n_1$  及び  $n_2$  が、従つて偏差  $\Delta n$  が変化し、その結果前述のパラメータ  $x$  も変化する。印加された電圧  $V$  が2つの値  $V_1$  及び  $V_2$  の間で変調されれば、それは2つの値  $x_1$  及び  $x_2$  間での  $x$  の変化に相当する。第3図から明らかなように次数 +1 及び -1 で回折されたエネルギーはこの時2つの値  $E_1$  及び  $E_2$  の間で変化する。このようにして2つの射出用導波管21及び22内で（勿論導波管23内でも）光の変調が行われる。

次に、使用し得る種々の数値の例を列挙する。

——エネルギー分布： $x = 1.9$  の場合、両側の導波管21及び22に34%、中央の導波管23に8%。これは第3図の点Mにほぼ該当する。

—— $x$  が約1.4乃至1.5の場合、3つの射出用導

Bragg-Deflection Grating on  $\text{LiNbO}_3$  ( $\text{LiNbO}_3$  の効果的導波管ブラッグ偏向格子)」に記載の公知技術を使用し得る。

使用できる製法の数ステップを第7図乃至第10図に示した。

第7図では先ず基板40上にドーピング材料層41をデポジットし（第a図）、次に感光性樹脂（photoresine）層42をデポジットして（第7b図）この層42を開口44を有するマスク43を介して日光にさらす（第7c図）。現象後開口46相互間に樹脂片45が残る（第d図）。これらの開口部を介して溶剤又はイオンにより層41を腐食処理し樹脂片45を除去すると基板40上にドーピング材料片47が残る（第e図）。

同一の結果をもたらす別の製法では基板40上に感光性樹脂層51をデポジットし（第f図）、開口53を有するマスク52を介してこの層を日光にさらす（第g図）。現象後樹脂片54が残る

(第8図)。次いで金属層55のデポジットを行い(第1図)、その炭リフトオフにより前記樹脂片を残り該金属層部分を除去する。その結果第8図のモチーフが得られる。

前述のいずれか一方の方法で前記モチーフを得たら第8図の如く処理を続ける。第8図の場合材料片47はドーピング材料からなり、該材料は基板40内に拡散する。この拡散は本質的に垂直方向に生じるが、部分的には横方向にも生じる。この拡散を第8a図に矢印で示した。拡散後は第8b図に示されている如き連続的ドーピング誘導層50が得られる。

ドーピング材料の拡散に代えて第9図の如きイオン交換法を使用することもできる。この場合はゾーン47が基板を保護するマスクで構成される。イオン溶液54に接触させるとこの構造体との間でイオン交換が行われ、例えばガラス製基板からの $\text{Na}^+$ イオン(56)と溶液からの $\text{Ag}^{++}$ イオン(58)

とが交換される。このイオン交換は垂直方向に生じるのが好ましいが、横方向にも行われる(第9a図の矢印参照)。イオン交換が終了したらマスク47を除去する。最終的に得られる誘導層60も第9b図に示されている如く連続的である。該誘導層60は第8b図の層と類似しているが第8図の場合はマスクの開口部における拡散が最小限であつたのに対し、第9図の場合はこれらの開口部で最大の効果が得られるという相違点がある。いずれの場合も基板40上の誘導層(50又は60)は屈折率が周期的に変化する。

第10図は更に別の製法を示している。この場合は誘導層64で被覆された基板40(第10a図)に感光性樹脂層66をデポジットし(第10b図)、この層を該感光性樹脂上で干渉現象を起こす2つの干渉性放射線67及び68で照射する(第10c図)。このようにして得られる干渉縞により、現像後に周期的厚みをもつ感光性樹脂層

70が得られる(第10d図)。この層を介してイオンによる処理を行えば(第10e図)、基板40上に波形誘導層72が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は先行技術のYジャンクションの説明図、第2図は本発明の誘導構造体の一具体例を示す説明図、第3図は位相0及び1のモードにおけるエネルギー分布を示すグラフ、第4図は屈折率格子を用いた前記構造体の断面図、第5図は波形格子を用いた前記構造体の断面図、第6図は電子光学的変調が行われる前記構造体一変形例の説明図、第7図は回折格子を形成するためのモチーフの製造過程を各ステップ毎に示す説明図、第8図は拡散のメカニズム(a)と得られた拡散のプロファイル(b)とを示す説明図、第9図はイオン交換のメカニズム(a)と得られるプロファイル(b)とを示す説明図、第10図は干渉調定による格子付導波管の製法を各ステップ毎に示す説明図である。

10, 20...入射用導波管、11, 12, 21, 22, 23...射出用導波管、24...回折格子、13, 25...結合部、30, 31...電極、40...基板、41...ドーピング材料、42, 45, 51, 54, 66, 70...感光性樹脂、43, 52...マスク、54...イオン溶液、55...金属層、56... $\text{Na}^+$ イオン、58... $\text{Ag}^{++}$ イオン、50, 60, 64, 72...誘導層、67, 68...干渉性放射線。

出願人 フルフレッド・イー・オン  
代理人 カワシマ 川口 義雄  
代理人 カワシマ 今村 元

FIG.1

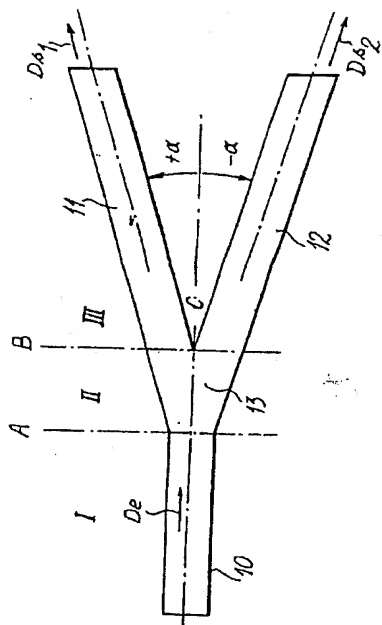


FIG.2

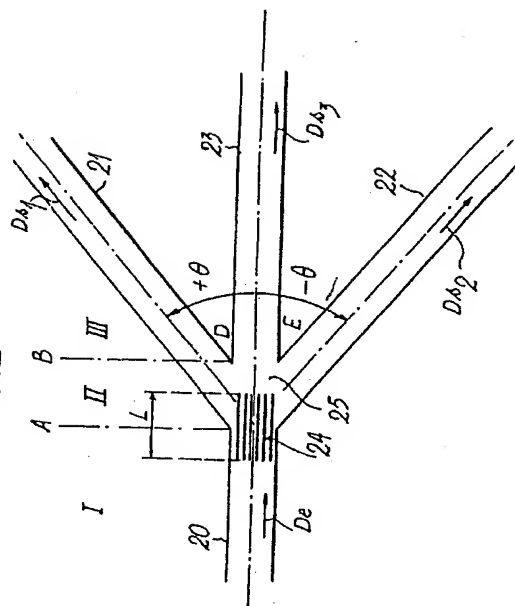


FIG.3

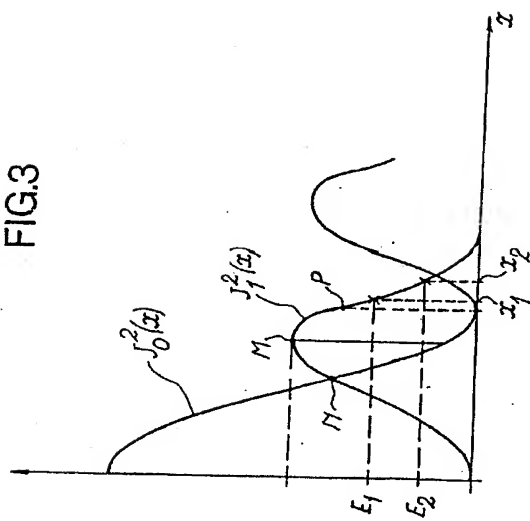


FIG.6

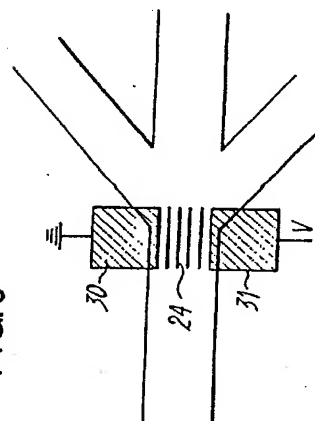


FIG.4

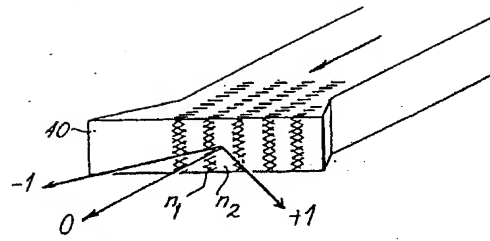


FIG.5

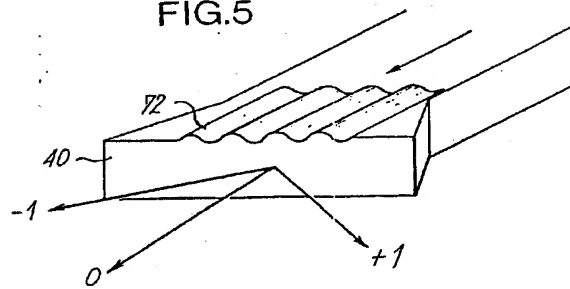


FIG.7

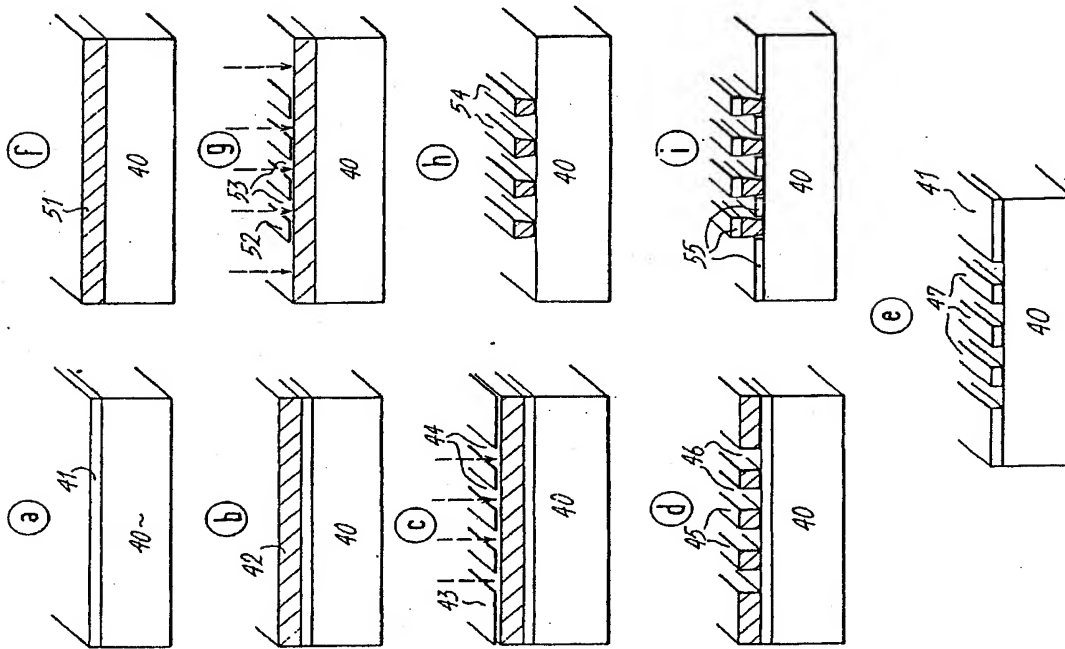




FIG.8

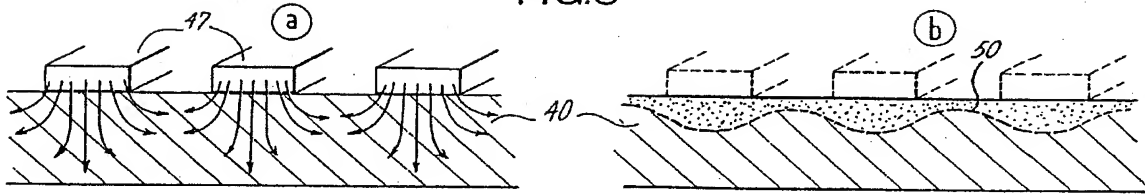


FIG.9

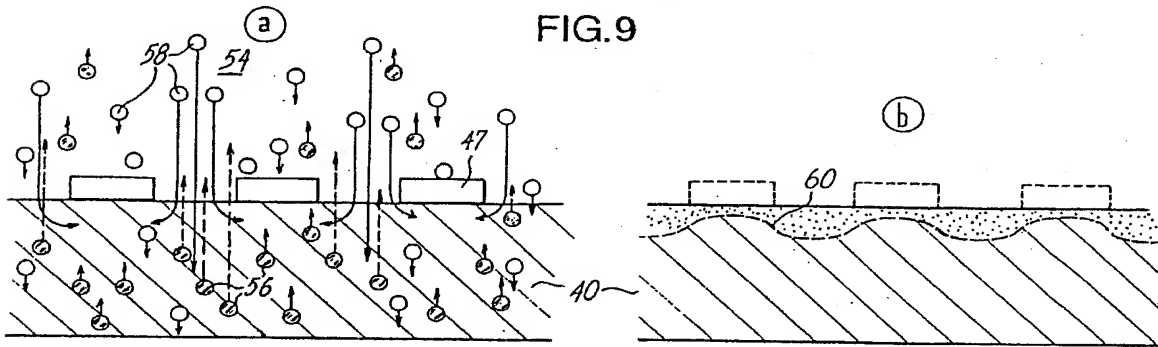
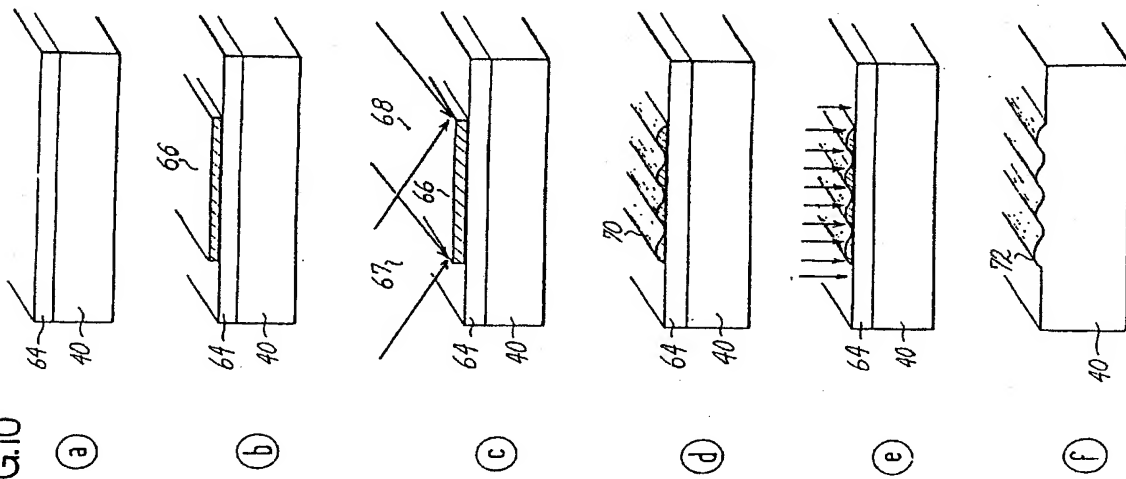


FIG.10



特許 昭 59 年 特 許 願 第 100356 号

昭和59年 8 月 2 日

特許庁長官 志 賀 学 殿

1. 事件の表示 昭和59年特許願第100356号
2. 発明の名称 回折格子を用いる光誘導構造体
3. 補正をする者  
事件との関係 特許出願人
- 氏 名 アルフレド・イーヤン
4. 代 理 人 東京都新宿区新宿 1丁目 1番14号 山田ビル  
(郵便番号 160) 電話 (03) 354-8623  
(6200) 弁理士 川 口 義 雄  
(ほか1名)
5. 補正命令の日付 白 発
6. 補正により増加する発明の数
7. 補正の対象 明細書
8. 補正の内容  
明細書中、特許請求の範囲を別紙の通り補正する

## 2. 特許請求の範囲

(1) 或る一定の方向をもつ入射用モノモード導波管と、この入射用導波管の方向に対して対称に傾斜した方向をもつ2つの射出用モノモード導波管と、これら入射用導波管及び射出用導波管相互間の末広形接合部とからなる光誘導構造体であつて、更に前記入射用導波管と接合部との間に配置された回折格子をも含み、この格子がゼロとは異なる次数の、即ち夫々+1次及び-1次である2つの回折方向のみを規定するような間隔を有し、この間隔がこれら2つの回折方向を前記の2つの第1射出用導波管の方向と合致せしめるべく選択されることを特徴とする構造体。

(2) 2つの第1射出用導波管の間に位置し且つ入射用導波管と同一の方向をもつモノモードの第3射出用導波管をも有することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

(3) 前記回折格子が異なる電位に設定された2つの電極に包囲されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

(4) 前記回折格子が屈折率格子であることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

(5) 前記回折格子が誘導層の厚みに波形起伏を与えることによって形成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の構造体。

Japanese Patent Application No. 59-220705

Japanese Patent Application No. 59-100356

Optical guide structure with diffraction grating

### 3 Detailed description of the invention (Partial).

The advantage of the present invention is clear. With the help of existence of a diffraction grating, the wave vector of incident light beam, i.e. the vector that defines the wave propagation, is converted into the wave vectors which are adapted to the directions of emissive waveguides, and, as the result, the energy transfer is optimized. It is a phenomenon that did not appear in the prior art. For such a reason, in the present invention, the loss by diffraction can be reduced at the positions D and E.

Concerning the mode transformation phenomenon, the following fact can be observed: Since the number of "lines (traits)" of a diffraction grating used is small, the wavelength resolution is low. Actually, as described before, the spaces between lines of the grating are an order of micrometers, and the widths of waveguides are in a range of 8-10 $\mu$ m. Thus, the number of lines of the grating is less than about ten. When the resolution is low for such a reason, the energy in high order modes, which is obtained as the result of the above described transformation phenomenon, will be diffracted to the directions of two waveguides 21 and 22 with a very small phase differences from the basic mode, therefore the loss by the mode transformation becomes smaller than in the prior art.

Furthermore, the shape of grating may be modified for improving the energy distribution. For example, various different lengths may be given at various zones of the grating, such that the length may be made shorter at e.g. the edge portion of waveguide and longer at the central portion, and so forth.

Moreover, the opening angle  $2\theta$  may be increased (e.g. to several ten degrees), so that, as the result, occurrence of mutual coupling phenomenon between emissive waveguides can be substantially reduced, thereby the above described drawback can be effectively avoided.

#### 4. Brief description of the drawings

Fig. 1 is an explanatory view showing a Y-junction of a prior art; Fig. 2 is an explanatory view showing a specific example of the guide structure according to the present invention; Fig. 3 is a graph showing the energy distribution in the modes of zero-order and first-order; Fig. 4 is a sectional view of the guide structure using a refractive index grating; Fig. 5 is a sectional view of the guide structure using a waveform grating; Fig. 6 is an explanatory view showing a modification of the guide structure using electro-optical modulation; Fig. 7 is an explanatory diagram showing processes of manufacturing the motif for forming a diffraction grating, step by step; Fig. 8 are explanatory views showing (a) a mechanism of diffusion and (b) a profile resulted from the diffusion; Fig. 9 are explanatory views showing (a) a mechanism of ion exchange and (b) a profile resulted from the ion exchange; and Fig. 10 is an explanatory diagram showing processes of manufacturing a waveguide with a diffraction grating by means of interference measurement, step by step.

10, 20.....Incident waveguide;  
11, 12, 21, 22, 23.....Emissive waveguide;  
24.....Diffraction grating;  
13, 25.....Junction;  
30, 31.....Electrode;  
40.....Substrate;  
41.....Dopant material;  
42, 45, 51, 54, 66, 70.....Photosensitive resin;  
43, 52.....Mask;  
54.....Ionic solution;  
55.....Metallic layer;  
56.....Na<sup>+</sup> ion;  
58.....Ag<sup>++</sup> ion;  
50, 60, 64, 72.....Guiding layer; and  
67, 68.....Coherent radiation.

## Claims (Amended)

- (1) An optical guide structure comprising:  
an incident mono-mode waveguide having a certain direction;  
two emissive mono-mode waveguides symmetrically deflected from the incident waveguide; and a fan-shaped junction for connecting the incident waveguide and the emissive waveguides with each other,  
wherein the optical guide structure further comprises a diffraction grating disposed between the incident waveguide and the junction, the diffraction grating having spaces which define only two diffraction directions of order numbers other than zero-order, i.e. of +1st order and -1st order, and  
wherein the spaces are selected so that the two diffraction directions coincide with the directions of said two first emissive waveguides.
- (2) The optical guide structure as claimed in Claim 1, further comprising a third emissive mono-mode waveguide, disposed between the two first emissive waveguides, which has the same direction as the incident waveguide.
- (3) The optical guide structure as claimed in Claim 1, wherein said diffraction grating is surrounded by two electrodes to which different electric potentials are applied.
- (4) The optical guide structure as claimed in Claim 1, wherein said diffraction grating is a refractive index grating.
- (5) The optical guide structure as claimed in Claim 1, wherein said diffraction grating is formed by making an up-and-down waveform of thickness on an optical guide layer.